

FUEL CELL HAVING IMPROVED CONDENSATION AND REACTION PRODUCT MANAGEMENT CAPABILITIES

Patent number: WO0113441
Publication date: 2001-02-22
Inventor: YANG JEFFERSON; REHG TIMOTHY; WOODCOCK GORDON; DESANCTIS GARETH
Applicant: ALLIED SIGNAL INC (US)
Classification:
 - international: H01M
 - european: H01M8/02C
Application number: WO2000US22299 20000815
Priority number(s): US19990375073 19990816

Also published as:

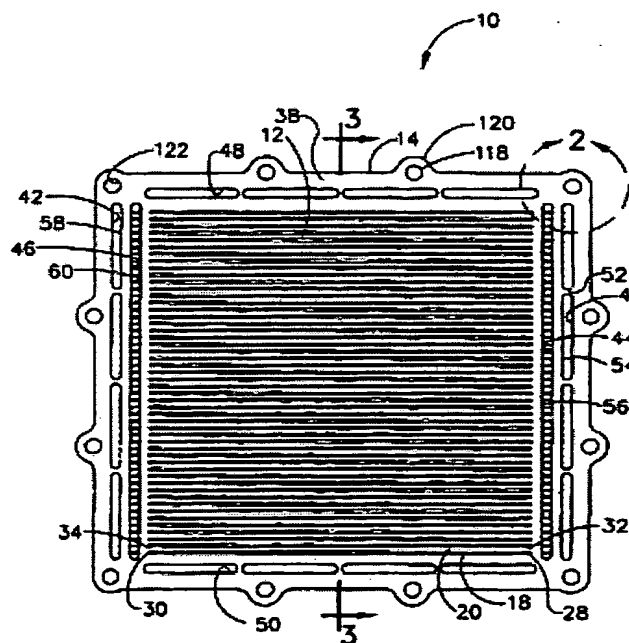
WO0113441 (A)
 EP1230702 (A3)
 EP1230702 (A2)
 US6635378 (B1)
 CA2381397 (A1)

Cited documents:

WO9721256
 JP2117069
 JP1173576
 JP6267559
 JP10172594
 more >>

Abstract of WO0113441

A fuel cell bipolar plate including a plurality of reactant channels (18, 24) defining respective inlets and outlets and at least two flow restrictors (54, 56) respectively associated with at least two adjacent reactant channels.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00814014.6

[43] 公开日 2002 年 11 月 6 日

[11] 公开号 CN 1378709A

[22] 申请日 2000.8.15 [21] 申请号 00814014.6

[30] 优先权

[32] 1999.8.16 [33] US [31] 09/375,073

[86] 国际申请 PCT/US00/22299 2000.8.15

[87] 国际公布 WO01/13441 英 2001.2.22

[85] 进入国家阶段日期 2002.4.8

[71] 申请人 联合讯号公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 J·杨 T·雷格 G·伍德科克

G·德桑蒂斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

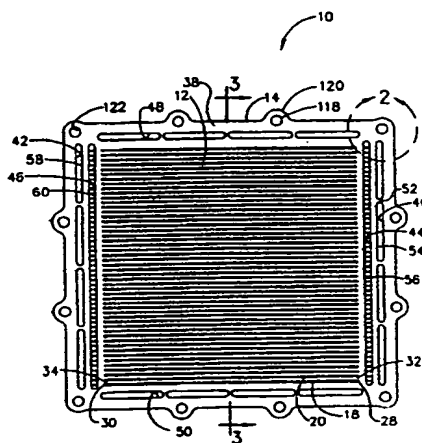
代理人 温大鹏 黄力行

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称 具有改进凝结和反应产物处理能力的燃料电池

[57] 摘要

燃料电池的双极板包括多个限定各自入口和出口的反应物通道(18,24),至少两个流量限制器(54,56)分别与至少两个相邻的反应物通道相连。



1. 用于燃料电池的双极板部件, 其中包括多个限定了各自入口(28, 32)和出口(30, 34)的反应物通道(18, 24), 相邻的反应物通道(18, 24)的入口(28, 32)彼此相邻, 而相邻的反应物通道(18, 24)的出口(30, 34)彼此相邻, 改进包括:

至少两个流量限制器(54, 56)分别与至少两个相邻反应物通道(18, 24)相连。

2. 根据权利要求1所述的双极板部件, 其特征在于, 每个反应物通道(18, 24)包括流量限制器(54, 56)。

3. 根据权利要求1所述的双极板部件, 其特征在于, 流量限制器(54, 56)与反应物通道入口(28, 32)相连。

4. 根据权利要求1所述的双极板部件, 其特征在于, 流量限制器(54, 56)基本上彼此相同。

5. 根据权利要求1所述的双极板部件, 其特征在于, 双极板部件限定了第一侧(16)和第二侧(22), 多个反应物通道包含在第一侧(16)上的多个第一反应物通道(18)和在第二侧(22)上的多个第二反应物通道(24)。

6. 根据权利要求1所述的双极板部件, 其特征在于, 多个通道包括多个第一反应物通道(18)和多个第二反应物通道(24), 双极板部件进一步包括:

第一和第二进气管道(44, 40)分别与第一和第二反应物通道(18, 24)的入口(28, 32)相连; 和

第一和第二出气管道(30, 34)分别与第一和第二反应物通道(18, 24)的出口(34, 30)相连;

其特征在于, 至少两个相邻的反应物通道包括第一反应物通道。

7. 根据权利要求6所述的双极板部件, 其特征在于, 流量限制器包含从第一和第二进气管道(44, 40)延伸到第一和第二反应物通道(18, 24)的入口的第一流体连接器(54, 56), 该第一流体连接器(54, 56)限定各自的第一流量面积, 双极板部件进一步包括:

从第一和第二反应物通道(18, 24)的出口延伸到第一和第二出气管道(46, 44)的多个第二流体连接器(58, 60), 第二流体连接器(58, 60)限定各自的第二流量面积, 第二流量面积比第一流量面积大。

8. 根据权利要求7所述的双极板部件, 其特征在于, 第一和第二流体连接器(54, 56, 58, 60)包括管状部件。

9. 根据权利要求1中所述的双极板部件, 其特征在于, 多个反应物通道(18, 24)包括多个基本上线形的反应物通道。

5 10. 根据权利要求1所述的双极板部件, 其特征在于, 双极限定为阳极侧和阴极侧, 并且至少两个相邻的反应物通道(18或24)位于同一侧上。

具有改进凝结和反应产物处理能力的燃料电池

5 美国政府可以享有在此公开的发明的授权以及在限定范围内要求专利权人在适当的条件下授权给其他人的权利。

发明背景

1. 发明领域

本发明一般涉及燃料电池，尤其是涉及燃料电池内部凝结和反应产物的处理。

10 2. 相关技术说明

燃料电池将燃料和氧化剂(统称“反应物”)转变为电流和反应产物。多个燃料电池使用氢气作为燃料和氧气作为氧化剂。在这种情况下，反应产物是水。这样的燃料电池如质子交换膜(PEM)燃料电池。在质子交换膜燃料电池中每个单电池包括一个阳极和一个阴极，阳极和
15 阴极之间被一个薄的离子导电膜隔开，通常将这些统称为膜电极部件(MEA)。在离子导电膜两相对侧的阳极和阴极包括由一包含膜和气体扩散层的薄层催化剂。将氢气提供到阳极上，氧气提供到阴极上。气体扩散层确保氢气有效地传输到阳极催化剂上和确保氧气有效地传输到阴极催化剂上，氢气在阳极催化剂上被电化学除去电子，由此产生的
20 质子通过导电膜迁移，并与阴极催化剂上的氧化剂反应生成水。将单独的膜电极部件叠加，彼此间用不可渗透的电子导电的双极板电串联连接，双极板在某一膜电极部件的阳极和相邻的膜电极部件的阴极之间传导电流。双极板具有在一侧形成的多个用于在某一膜电极部件上传输燃料的通道，和在另一侧形成的多个用于在相邻的膜电极部件上
25 传输氧化剂的通道。反应物，例如氢气和氧气，由各自的进气管道通过通道用泵传输到各自的出气管道。

由于许多原因，认为燃料电池是很有吸引力的能源。与常规电池相比，燃料电池的优点在于只要连续不断地提供燃料，燃料电池可以保持一定的输出功率，而不受充/放电循环的阻碍。燃料电池还有相对
30 较小、重量轻并且不污染环境的优点。质子交换膜燃料电池最为显著的优点是由于其工作温度较低和使用非液体、非腐蚀性的电解质。

尽管燃料电池具有上述优点，仍然可对常规燃料电池进行改进。

例如，反应产物例如水可在通道内积累，从而阻碍反应物流动。在反应物中的湿气还能凝结，从而在通道内积累。常规燃料电池通过在进气管道和出气管道之间产生压力差(或压降)以试图从通道内清除反应产物和凝结的湿气。理想的压力差是大到可以防止反应产物和/或凝结的湿气在双极板的一个或多个通道内积累的一种压差。取决于包括
5 燃料电池工作条件(例如流量和温度)、双极板通道的材料和加工、和通道的几何形状等许多因素的这种必需的压力差典型地是介于几英寸水和 15PSI 之间。

在常规燃料电池内，当反应物通过通道时，通过壁摩擦力的影响
10 使压力降低。更特殊地是，产生足够的基于壁摩擦力的压力差的传统方法是使在双极板上的反应物通道长和曲折或具有小的水压直径。可选择地，可以提高反应物流量以产生较大的摩擦损失和压降。

在这里，本发明人认为用长、曲折的反应物流动通道来产生压力差的方法并不是最理想的。例如，虽然在通道之间压力差相同以确保
15 反应物流量相同很重要，但是制造一系列长、曲折、等长的通道不仅很难而且价格很高。还有，在某些情况下使用长、曲折的通道或者不实际或者不可能。例如，六边形的双极板经常包括 Z-形状的气流通道，这种通道不能很长或曲折。六边形双极板的几何形状需要很远的长、曲折的通道以致于分开太远而不能获得满意的反应物到气体扩散电极
20 的扩散。正因如此，用常规长、曲折的通道方法很难获得所需的压力差。此外，在制造双极板的技术上，近来的发展结果导致相对较直的反应物流动通道。一种这样的双极板在当前共同申请的申请号为_____、名称为“Fuel Cell and Bipolar Plate For Use With Same”的专利文献中公开，在此结合其内容作为参考。

在这里，本发明人还认为通过使用具有小的水力直径的反应物通道来产生压力差并是最不理想。使用小的水力直径的反应物通道要求
25 很严格的制造公差，这是由于在没有严格的公差的情况下，通道之间的摩擦力差别很大，这将导致不相同的反应物流量。因此，虽然具有小水力直径的双极板容易获得，但是其生产要求使用相对费力的和价格昂贵的生产过程。
30

在这里，本发明人还认为提高反应物流量不是产生压力差的最佳方法。提高燃料流量导致燃料浪费，因此降低了燃料电池的效率。提

高氧化剂的流量更加降低燃料电池的效率，这是由于有关的压缩机或风机需要额外的能量。

发明概要

因此，本发明的一个目的就是提供一种能从反应物通道中清除反应产物和凝结湿气的燃料电池。本发明的另一个目的就是提供一种双极板部件，该双极板部件在不采用长、曲折的通道的情況下，能在进气和出气管道之间产生足够的压力差以从反应物通道中清除反应产物和凝结湿气。本发明再一个目的就是提供一种双极板部件，该双极板部件在不采用小水力直径的通道的情況下，能在进气和出气管道之间产生足够的压降以从反应物通道中清除反应产物和凝结湿气。本发明还有另一个目的就是提供一种能在通道之间和板之间产生相同压力差的双极板部件。

为了实现这些和其它的目的，根据本发明的优选实施例，双极板部件包括多个限定各自入口和出口的反应物通道，相邻通道之间的入口彼此相邻，相邻通道之间的出口彼此相邻，而且至少两个流量限制器分别与至少两个相邻的反应物通道相连。在一个实施例中，入口与通用的进气管道相连，出口与通用的出气管道相连。

本发明提供的双极板和燃料电池比常规双极板和燃料电池多许多优点。例如，流量限制器产生压降可以足够从通道中清除反应产物和凝结的湿气，因此消除了常规燃料电池中对长、曲折的通道、小水力直径通道和产生压降的过量流速的需要。装配相同尺寸的流量限制器也相对容易，这在没有很困难和价格昂贵地用严格的公差制造相同长度的通道的情况下产生了相同的压力差和相同的流过通道的反应物流量。

在本发明的那些实施例中，入口和出口与通用的进气和出气管道相连，压力差将由流量限制器的流量和几何形状决定。如果某一通道堵塞，通过管道的压力差将基本上保持不变，而且通过与堵塞通道相连的流量限制器的压降将为零，因为流量为零。因此，通过堵塞通道自身的压力差将与通过进气和出气管道的压力差相等。这种压力差将足够大以清除所有通道内的反应产物和凝结湿气。

通过参照下面的详细说明，结合附图考虑时，本发明变得更易理解，本发明上面的描述和许多其它的特征以及附带的优点将变得显而

易见。

附图简要说明

参照附图，详细说明本发明的优选实施例。

图 1 是根据本发明优选实施例的双极板部件的平面图。

5 图 2 是在图 1 中所示的双极板部件的部分放大图。

图 3 是在图 1 中沿着直线 3-3 截取的局部剖面图。

图 4 是根据本发明优选实施例的阴极板的平面图。

图 5 是在图 4 中沿着直线 5-5 截取的局部剖面图。

图 6 是在图 4 中所示的双极板部件的部分放大图。

10 图 7 是根据本发明优选实施例的燃料电池组件的分解图。

图 8 是在图 7 中在装配状态下所示的燃料电池组件的局部剖面图。

图 9 是根据本发明的优选实施例的燃料电池叠层的透视图。

优选实施例的详细说明

15 下面是实施本发明的最为熟知的方法的详细说明。不是在限制意义上采用这个说明，而是只为了示本发明的整个原理作出此说明。

正如在图 1-3 中所示的，根据本发明优选实施例的双极板部件 10 包括双极板 12 和框架 14。双极板 12 和框架 14 可以是分开的结构部件，通过焊接、粘合或其它的机械式固定彼此相连，正如所示，或作为
20 为一个整体部件形成。典型的双极板 12 包括具有交替连续的氧化剂通道 18 和氧化剂侧隆起部 20 的氧化剂侧 16，以及具有交替连续的燃料通道 24 和燃料侧隆起部 26 的燃料侧 22。氧化剂通道 18 包括入口 28 和出口 30，燃料通道包括入口 32 和出口 34。相邻的通道由侧壁 36 隔开。典型的框架 14 包括围绕双极板 12 四周延伸的框架部件 38。燃料
25 进气和出气管道 40 和 42，氧化剂进气和出气管道 44 和 46，以及冷却剂进气和出气管道 48 和 50 在框架部件 38 上形成。每一管道优选包括多个加强部件 52。

如图 2 中实施例所示，典型的双极板 12 具有波状的结构。在相邻的氧化剂通道 18 和燃料通道 24 之间基本上没有重叠。产生小型、轻
30 的双极板的波状结构在上述命名为“Fuel Cell and Bipolar Plate For Use With Same.”的申请中更加详细地讨论。此外，虽然可以采用其它的结构，但是在截面上每个通道基本上是梯形形状。选择性地，可

以采用基本上为方形形状的横截面作为能够部分或完全弯曲的横截面。尽管如此,对于最佳的集电而言,为了增大用于集电的接触面积,隆起部 20 和 26 (其将和膜电极部件接触)基本上应当是平板状。

在进气管道 40 及 44 和出气管道 42 及 46 之间产生压力差的流量限制器至少与通道 18 和 24 中的一些,最好是所有相连。在图 1-3 所示的典型实施例中,通过使用燃料进气管 54 和氧化剂进气管 56 来实现流量限制器,燃料进气管 54 通过框架部件 38 并且将燃料进气管道 40 与燃料通道入口 32 相连,氧化剂进气管 56 通过框架部件并且将氧化剂进气管道 44 与氧化剂通道入口 28 相连。燃料出气管 58 将燃料通道出口 34 与燃料出气管道 42 相连,氧化剂出气管 60 将氧化剂通道出口 30 与氧化剂出气管道 46 相连。进气管 54 和 56 的横截面(或流量)面积要足以产生流量限制,因此在进气管道和通道入口之间产生压力差。虽然可以使用其它的形状,但是在所示的实施例中,进气管 54 及 56 和出气管 58 及 60 在横截面上是圆的,而且出气管的内径大约是进气管内径的两倍。同样,出气管 58 和 60 的流量面积大约是进气管 54 和 56 的流量面积的四倍,使其足够大以不能产生任何明显的流量限制器。

流量限制器(在图 1-3 中所示的实施例中的管 54 和 56)产生压降足以将反应产物和凝结湿气从通道 18 和 24 中清除。这消除了对常规长、曲折的通道,具有小水力直径的通道和过量流速的需要。至少 50%、最好是全部的压降在流量限制器发生。此外,在通道入口和出口与通用的进气和出气管道相连的地方,管道之间的压力差将由限制器的几何形状和反应物流速来决定。当一个通道被反应产物或凝结湿气阻塞时,在阻塞通道内的流动停止,在余下的没有阻塞的通道内流动继续。由于正常流过阻塞通道的反应物将流过余下的没有阻塞的通道,所以进气和出气管道之间的压力差提高。在阻塞通道内,由于没有流量,所以通过限制器没有压力差。因此,通过阻塞通道自身的压力差与通过进气和出气管道的压力差相等。这样的压力差将足以清除所阻塞的通道中的反应产物和凝结湿气。限制器最好还具有相同的尺寸,这将提供通过通道之间和板之间相同的压力差和反应物流量。

值得注意的是,流量限制器并不限于在图 1-3 中所示的相对小的进气管设置。例如,在图 4-6 中所示的阴极板 62 包括一系列从进气管

道 66 延伸到出气管道 68 的 Z 形状的通道。比 Z 形状通道 64 窄的缩颈 70 形成在每个通道的入口端 72。在典型实施例中，缩颈 70 的横截面积大约是通道 64 横截面积的十分之一。缩颈 70 产生压降的方式与在图 1-3 中所示的进气管 54 和 56 的方式相同。

- 5 也可以使用其它类型的流量限制器。例如，所有的进气管和出气管的流量面积足够大以致于它们不会产生任何明显的压降。这里，可以将挡板固定在通道内以作为流量限制器。也可以将挡板添加到在图 1-6 中所示的实施例中的通道内以提高进气和出气管道之间的压力差。此外，虽然流量限制器的优选位置是在反应物通道的入口端或附近，但是位置可以随着应用需要而改变。

- 10 关于材料和加工，在图 1-3 中所示的双极板 12 和框架 14 最好由铝、钛或钢形成，和用水压成形、模压、弯曲、冲压或其它通用金属的成形工艺制造。在图 4-6 中所示的阴极板 62 最好由铝、钛、钢、石墨或导电塑料形成，和可以通过机械加工、铸造和浇铸工艺制造。这些部件的表面积可以用防腐涂层例如金、铂、钯、氮化钛或氮化铝钛覆盖以适合质子交换膜燃料电池的环境。可以用电化学沉积或气化沉积的方法沉积这些材料。管可以由金属、塑料或其它适合的材料形成。

- 15 尽管其它的结构在本发明保护范围内，但是在图 1-3 中所示的典型双极板部件 10 按如下配置。框架部件 14 在长度上约为 10.3 英寸，在宽度上约为 9.6 英寸(不包括突出部分 56)，同时双极板 12 在长度上约为 8.0 英寸和在宽度上约为 8.0 英寸。有 50 个等间隔的氧化剂通道 18 和 50 个等间隔的燃料通道 24。每个通道的宽度约为 0.055 英寸，深度约为 0.02 英寸，隆起部 20 和 26 的厚度约为 0.01 英寸。因此，所示的双极板 12 的厚度约为 0.03 英寸。侧壁 28 约为 0.01 到 0.03 英寸厚，并限定与相连燃料或氧化剂通道底面的角度约为 100° 。

20 在图 4-6 中所示的典型阴极板 62 在形状上是六边形，每边约为 2.0 英寸长和厚度约为 0.40 英寸。通道 64 的宽度约为 0.03 英寸，深度约为 0.01 到 0.03 英寸。缩颈 70 的宽度约为 0.008 英寸，深度约为 0.01 英寸。

- 30 可以将本发明的双极板结合到各种燃料电池装置中。正如在图 7 和 8 中所示的，在图 1-3 中所示的双极板部件 10 的一种用途是用于在质子交换膜燃料电池组件 74 中。质子交换膜燃料电池组件最好由一到十

个单电池构成。在图 7 和 8 中所描述的典型实施例中，燃料电池组件 74 由 5 个单电池构成。具体而言，典型燃料电池组件 74 包括隔板 76、冷却剂板 78、六个双极板部件 10 (每个包括一个双极板 12 和框架 14) 和五个膜电极部件 80，这些以所示的方式层叠。在多组件叠层中，底部双极板部件 10 典型地将放置在相邻燃料电池组件的隔板上。在有些示例中，在个别组件包含在叠层中的底部组件或用在一个组件叠层中时，底部隔板 (没有示出) 可以提供在底部双极板部件 10 下面。

由例如铝、钛、钢、石墨或导电塑料这些材料形成的典型隔板 76 包括燃料管道、氧化剂管道、冷却剂管道以及相应于典型双极板部件 10 那些孔的装配孔。典型的冷却剂板 78 还包括燃料管道、氧化剂管道、冷却剂管道和与典型双极板部件 10 的那些孔相应的装配孔。冷却剂板 78 的一面是平的，在另一面 82 上包括与冷却剂管道 48 和 50 相连通的冷却剂通道 81。适合的冷却剂包括水、乙二醇和聚 α -石蜡。

对于膜电极部件 80，可以将本发明用常规膜电极部件实施。例如，膜电解质可以由 E. I. DuPont de Nemours & Co. 的名为 NAFION™ 或 W. L. Gore. 的名为 Gore-Select™ 的全氟化硫磺酸聚合物形成。阳极和阴极膜可以由在 NAFION™ 或聚四氟乙烯粘结剂中的催化剂颗粒形成。用于气体扩散层的适合物质是由 E-Tek 生产的 ELAT™ 和由 W. L. Gore. 生产的 Carbel™。在所示的实施例中，膜电极部件 80 包括在装配过程中所使用的接片 84。选择性地，可以使用商业化的膜电极部件，例如由 W. L. Gore. (Primea™)、E-Tek 和 DeGussa-Huls 所出售的那些膜电极部件。

如在图 9 中所示实施例，根据本发明优选实施例的燃料电池叠层 86 包括端板 88、集电器 90、在一和二百之间的燃料电池组件 74、集电器 92 和包括端板 96 及密封垫 98 的端板部件 94。端板 88 提供有燃料入口和出口 100 和 102，氧化剂入口和出口 104 和 106，冷却剂入口和出口 108 和 110。这些端口将燃料、氧化剂和冷却剂源 (没示出) 连接到燃料电池组件 74 的管道。这里，燃料是氢气，氧化剂是氧气。典型的燃料电池叠层 86 还提供有正极集电器终端 112 和负极集电器终端 114。各种部件可以通过使用螺母和螺钉装置 116 或其它的机械紧固件彼此固定。螺钉穿过在双极板框架 14 上的突出部分 120 处所形成的一系列孔 118 和穿过在框架角落处的孔 122 (见图 1)，还穿过在所述叠层

的其它部件中的对齐的孔。

- 虽然按照上面的优选实施例描述了本发明，但是对于本领域技术人员来说可显而易见对上述优选实施例进行的许多修改和/或补充。例如，根据本发明的双极板可以包括与在阴极侧上的每一个通道相连而不与在阳极侧上的通道相连的流量限制器，或者可选择地也可以包括与在阳极一侧上的每一个通道相连而不与在阴极一侧上的通道相连的流量限制器。本发明的范围将扩展到所有这样的改进和/或补充。
- 5

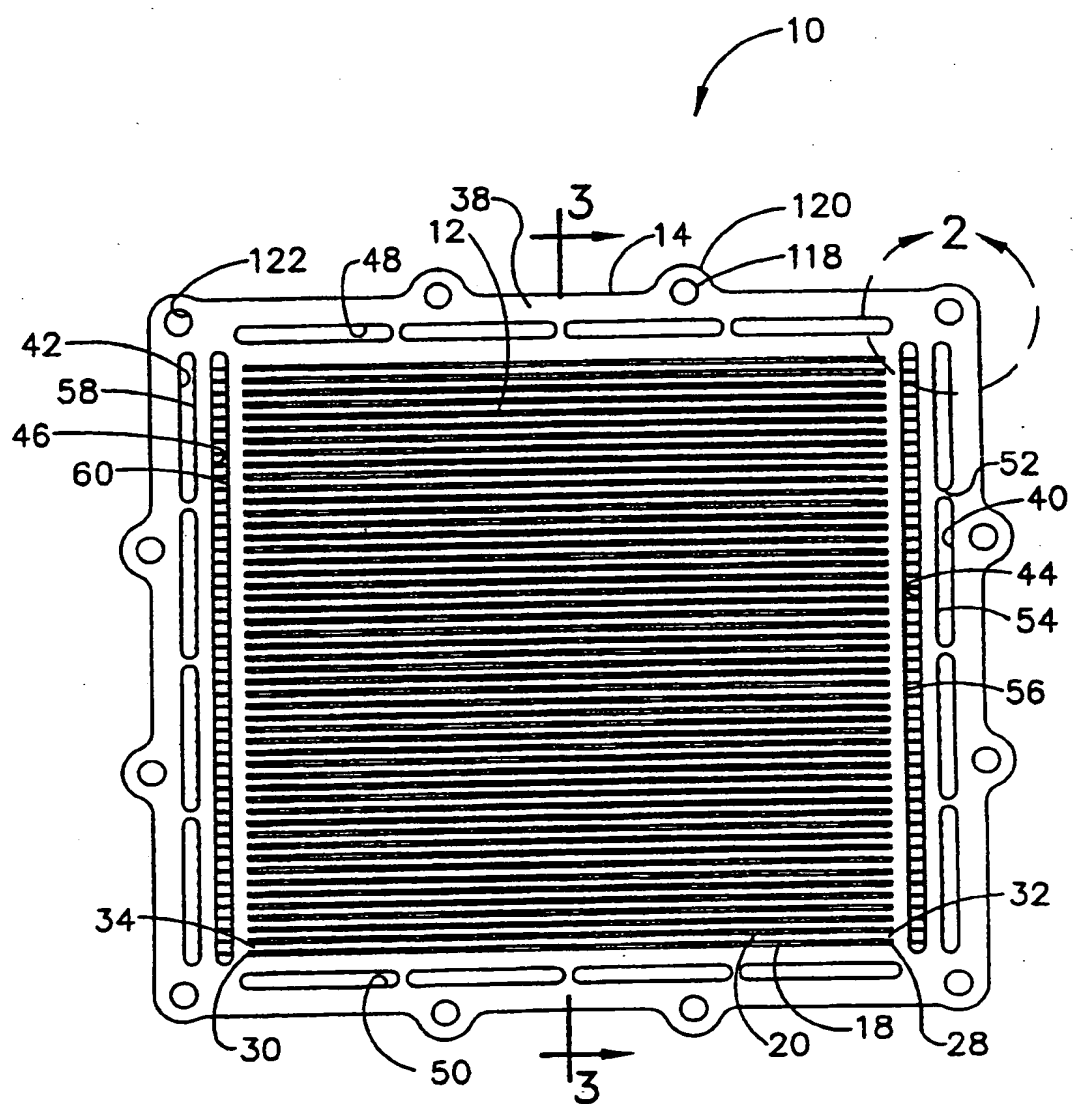


图 1

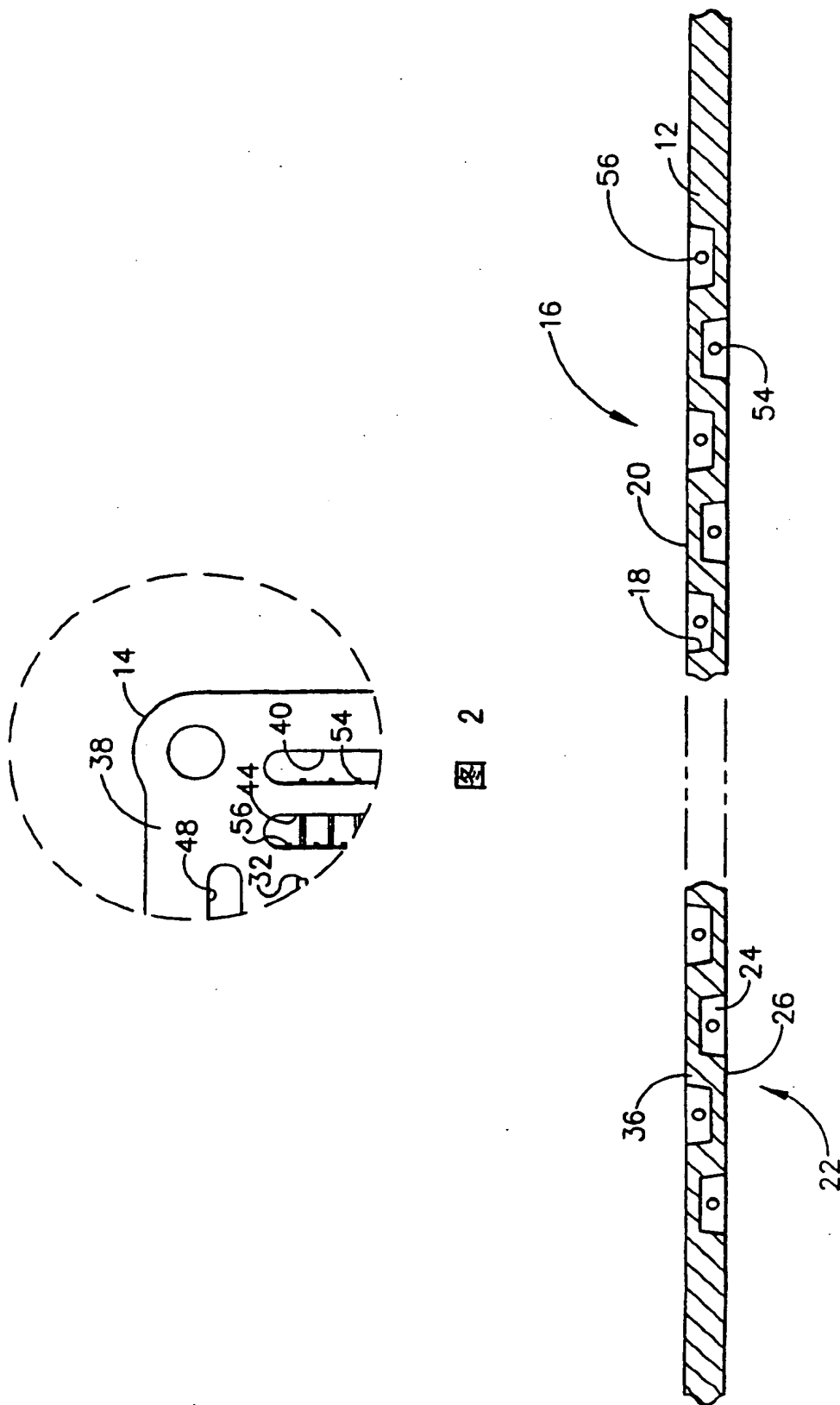


图 2

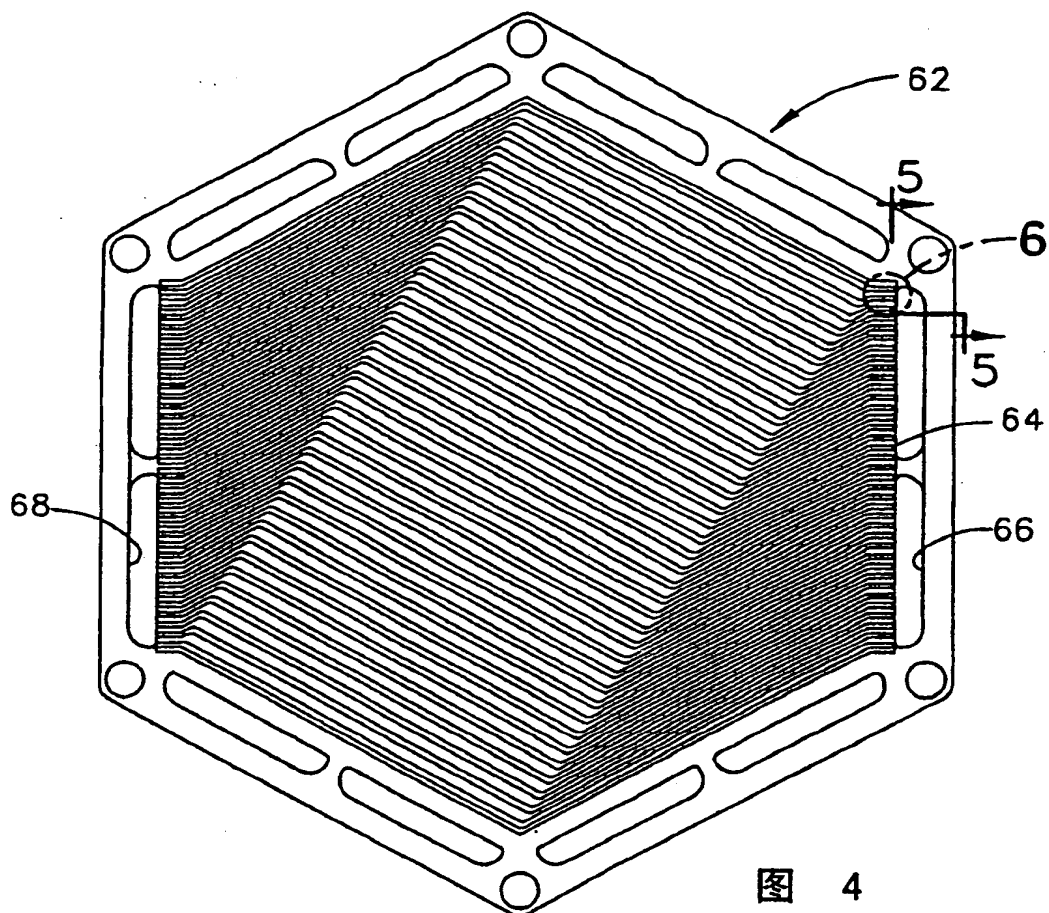


图 4

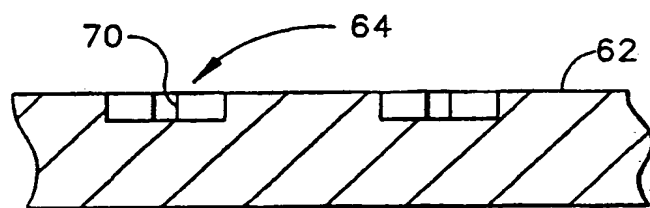


图 5

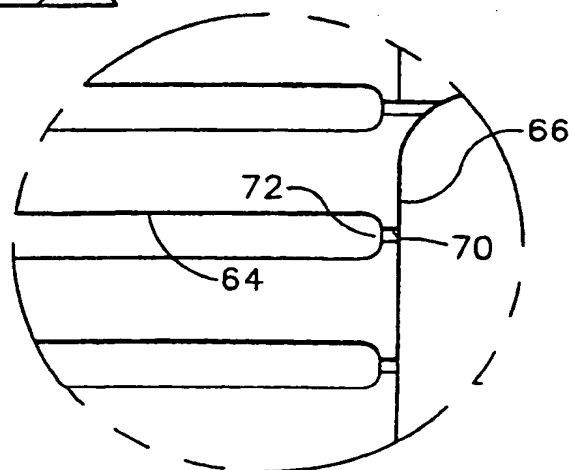


图 6

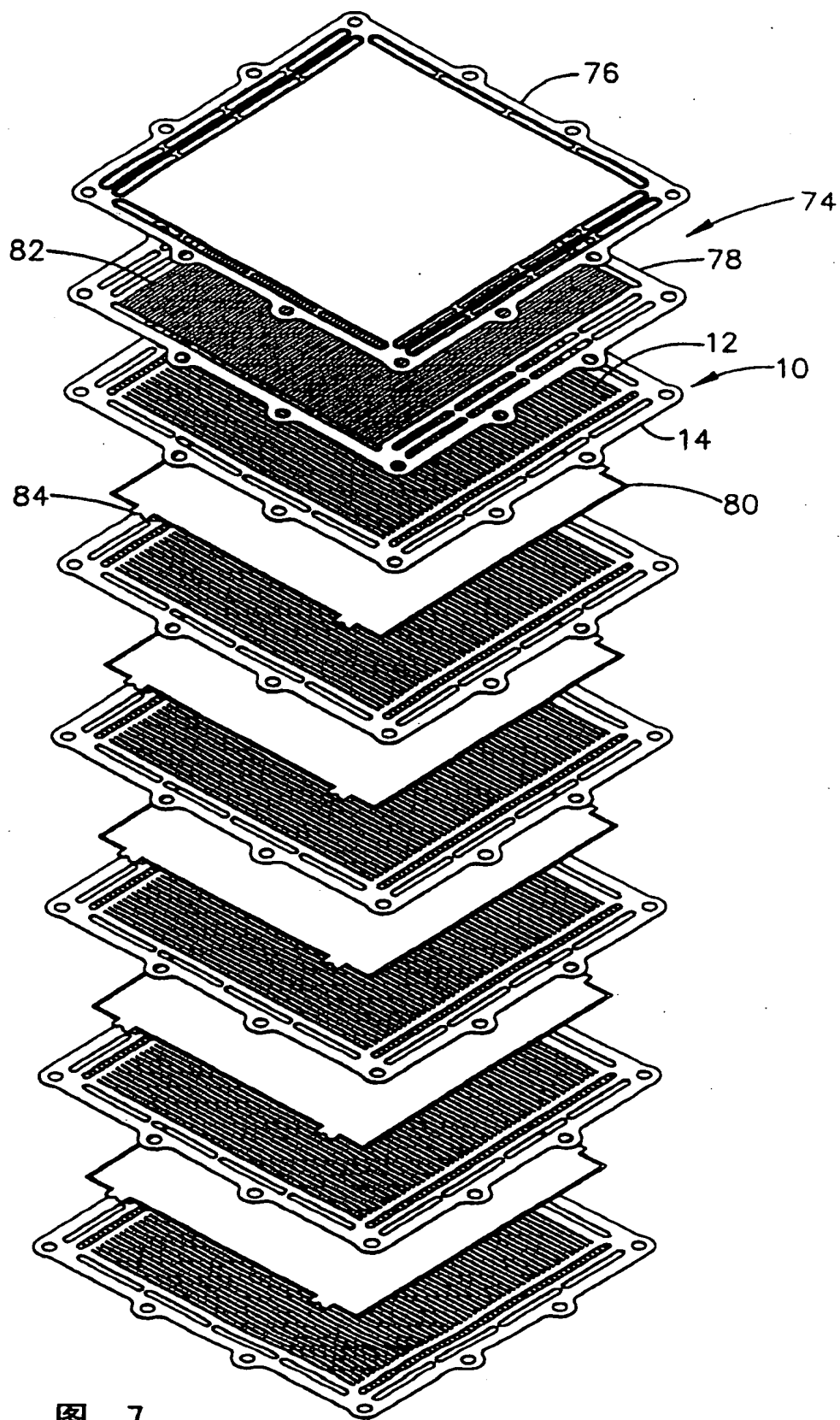


图 7

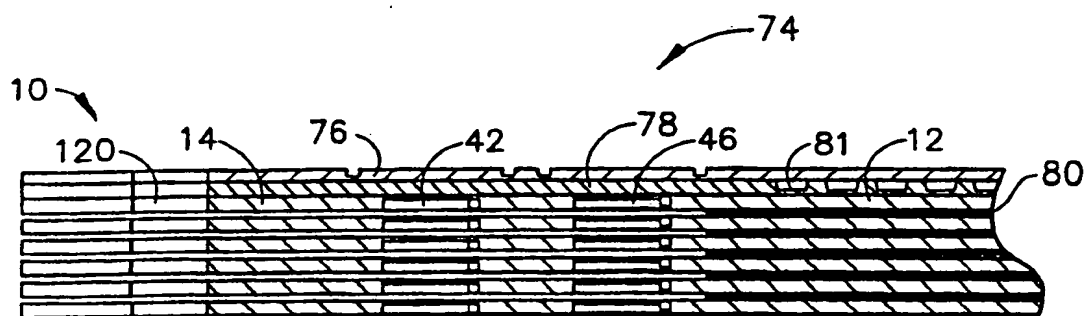


图 8

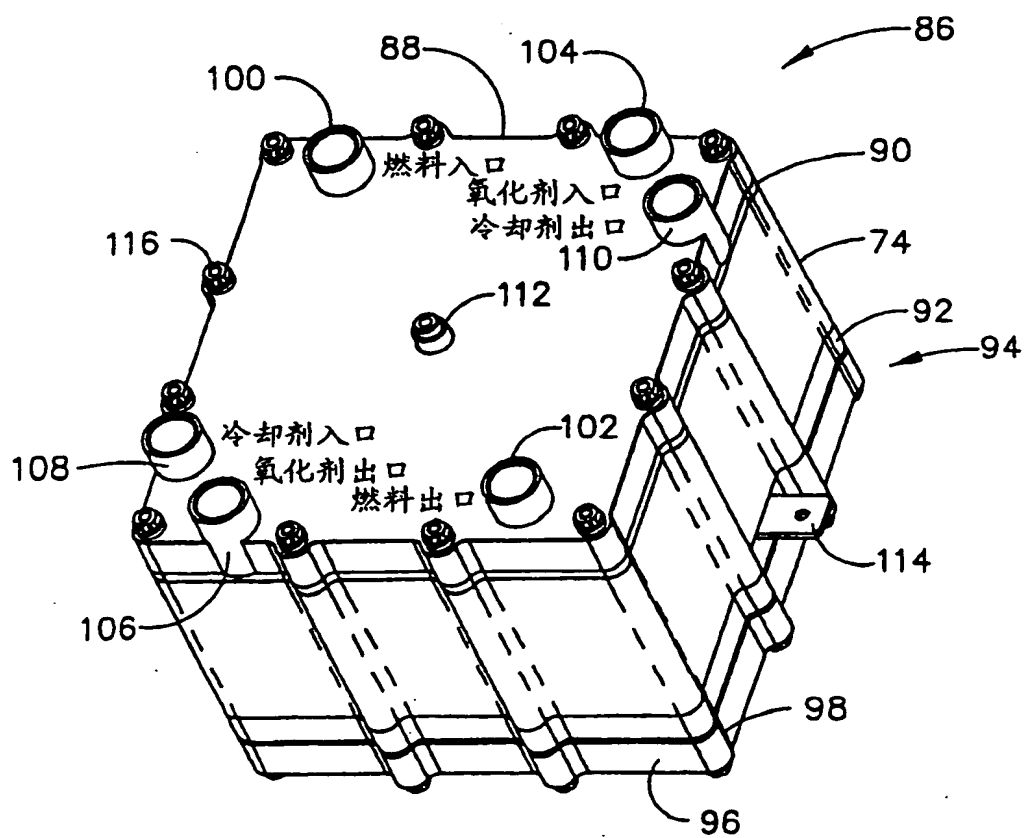


图 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.